



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月24日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-154709

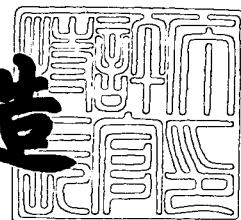
出 願 人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年11月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3102485

【書類名】 特許願

【整理番号】 2015320538

【提出日】 平成13年 5月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23H 1/04

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山田 芳生

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中田 広之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 正木 健

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 安本 浩文

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 和田 紀彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068087

【弁理士】

【氏名又は名称】 森本 義弘

【電話番号】 06-6532-4025

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010113

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電制御装置および放電制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出する電圧検出手段と、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電圧検出手段および電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出し、放電回路を遮断する遮断手段とを備え、前記遮断手段を、前記短絡状態を検出した時には、前記放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続するよう構成したことを特徴とする放電制御装置。

【請求項 2】 放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出し、放電回路を遮断する遮断手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の距離を制御するコントロール手段とを備え、前記遮断手段を、前記短絡状態を検出した時には、前記放電回路を強制的に遮断するよう構成するとともに、前記コントロール手段を、前記遮断手段による前記放電回路の遮断と同時に、前記ワークと電極間に機械的な絶縁距離を得るように、前記電極の往復動作を制御するよう構成したことを特徴とする放電制御装置。

【請求項 3】 放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、放電回路を遮断する遮断手段とを備え、前記遮断手段を、前記放電回路に対して、前記電流検出手段から求めた

放電期間より長い接続期間と、その接続期間後の強制的な遮断期間とを、所定期間毎に繰り返すよう構成したことを特徴とする放電制御装置。

【請求項 4】 放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、放電回路の放電周期を切り換える放電周期切り換え手段とを備え、前記放電周期切り換え手段を、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記放電周期および前記ワークと電極間の短絡期間が、それぞれ所定値になった時に、前記放電周期を切り換えて長くするよう構成したことを特徴とする放電制御装置。

【請求項 5】 ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出するとともに、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、それらの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出した時には、放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続することを特徴とする放電制御方法。

【請求項 6】 ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出した時には、放電回路を強制的に遮断し、前記放電回路の遮断と同時に、前記電流検出情報に基づいて、前記ワークと電極間に機械的な絶縁距離を得るように、前記電極の往復動作を制御することを特徴とする放電制御方法。

【請求項 7】 ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記放

電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて放電期間を求め、放電回路に対して、前記放電期間より長い接続期間と、その接続期間後に強制的な遮断期間とを、所定期間毎に繰り返すことを特徴とする放電制御方法。

【請求項 8】 ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて、放電回路の放電周期および前記ワークと電極間の短絡期間が、それぞれ所定値になった時に、前記放電周期を切り換えて長くすることを特徴とする放電制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インクジェットプリンタのインク吐出用ノズルなど微細径穴の加工に使用される超微細放電加工機の放電制御装置および放電制御方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】

近年、インクジェットプリンタ用のインク吐出ノズルや、化学繊維生産機械用の原材料吐出ノズルや、自動車エンジン等の燃料噴射ノズルなどにおいては、それらの穴形状が微細化かつ精密化され、そのような微細径かつ精密形状のノズル穴を形成するために、高精度の穴加工が要求されるようになっている。

【0003】

これらの高精度の穴加工には、放電により超微細な穴加工が可能な超微細放電加工機が使用され、そのような放電により超微細に穴加工するために、超微細放電加工機には、その放電動作を高精度に制御することが可能な放電制御装置が備えられている。

【0004】

以上のような超微細放電加工機における放電制御装置について、以下に説明する。

図 7 は従来の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図であり、この放電制御装置と電極 Z 軸動作機構を備えた超微細放電加工機の一構成例を示す。

【 0 0 0 5 】

この超微細放電加工機は、図 7 に示すように、放電を発生するための電極 1 と、電極 1 を取り付けしたテーブル 2 と、テーブル 2 を支え Z 方向に摺動可能なりニアガイド 3 と、軸回転によりテーブル 2 の Z 方向の摺動を発生するボールネジ 4 と、ボールネジ 4 を軸回転させるモータ 5 など構成された電極 Z 軸動作機構により、電極 1 と共にテーブル 2 を、ワーク 1 5 が含まれる加工平面に対して Z 軸方向に移動動作させ、電極 1 とワーク 1 5 との間の放電により、加工平面にセットされたワーク 1 5 に対して穴加工を行なうように構成されている。

【 0 0 0 6 】

上記のようなワーク 1 5 に対する穴加工のための放電を制御する放電制御装置は、直流電源 6 から、抵抗 7、8 を通じて、その抵抗 7、8 およびコンデンサ 9 の各値により決まる充電時定数に従って、コンデンサ 9 に電圧を充電することにより電極 1 に対する放電エネルギーを蓄積し、このコンデンサ 9 への充電電圧を電極 1 に供給し、電極 1 とワーク 1 5 間で放電させて放電電流を流す。

【 0 0 0 7 】

以上の基本動作において、操作者のキー操作等による加工開始の指令に従って、コントロール部 1 1 からモータドライバ 1 2 に電極 1 を下降する指令が出され、電極 1 とワーク 1 5 との間隙が放電可能な距離になると、電極 1 によりワーク 1 5 上をスキヤニングしながら、ワーク 1 5 に対する放電による加工がスタートする。

【 0 0 0 8 】

このスキヤニングタイムにおいて、充電電圧と放電電流のモニタ出力 M 1 を基に、短絡状態判断手段 1 0 により、電極 1 とワーク 1 5 間の短絡状態を判断し、その短絡状態を示す信号を出力する。この短絡状態を示す信号に従って、コント

ロール部 1 1 では、ワーク 1 5 と電極 1 との短絡状態が続く限り電極 Z 軸動作機構に対して電極 1 の上昇指令を出し、短絡状態が回避されるまで電極 1 の Z 軸方向の上昇を継続することになる。

【 0 0 0 9 】

その結果、短絡状態判断手段 1 0 により、ワーク 1 5 と電極 1 との間に機械的な絶縁距離が確保され、それらの短絡状態が回避されることを検出すると、電極 Z 軸動作機構により放電開始位置まで電極 1 を下降し、ワーク 1 5 に対する放電加工を再開して継続することになる。

【 0 0 1 0 】

以上のようにして、放電動作を高精度に制御することにより、ワーク 1 5 に対して放電加工を施すようにしている。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記のような従来の放電制御装置による放電制御方法では、短絡現象が発生する度に、それを解消するため電極 1 の上昇、下降を繰り返すことになり、この上昇、下降動作に多くの時間を要し、全体の加工時間が著しく長くなるという問題点を有していた。

【 0 0 1 2 】

さらに、短絡状態から再度放電加工を開始するまで、ワーク 1 5 と電極 1 の間には電圧が常にかかった状態になるため、特に、純水を用いて放電で生じる熱の冷却および加工屑を除去しながら放電加工する場合には、純水とワーク 1 5 および電極 1 との間に電解作用がおこり、この電解作用に起因して目標とする加工以外に異常加工が発生し、ワーク 1 5 の加工品位が低下するという問題点を有していた。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記従来の問題点を解決するもので、短絡状態になった場合でも瞬時に短絡状態を解消することによって加工スピードを向上し、全体の加工時間を大幅に短縮することができるとともに、純水を用いて放電加工する場合に放電電圧印加による電解作用に起因しておこる異常加工等を解消することによって、ワ

ークの加工品位を向上することができる放電制御装置および放電制御方法を提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために本発明の放電制御装置は、放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出する電圧検出手段と、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電圧検出手段および電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出し、放電回路を遮断する遮断手段とを備え、前記遮断手段を、前記短絡状態を検出した時には、前記放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続するよう構成したことを特徴とする。

【0015】

また、本発明の放電制御方法は、ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出するとともに、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、それらの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出した時には、放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続する方法としたことを特徴とする。

【0016】

以上により、充放電の際の供給電圧および放電電流をモニタして短絡状態を検出したときに、放電電流を瞬時に遮断することにより、短絡と同時に放電回路を遮断して、短絡状態を即時に回避し、この期間の純水加工での電解作用を防止するとともに、その所定時間経過後に正常な充放電を再開することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の放電制御装置は、放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出する電圧検出手段と、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電圧検出手段および電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出し、放電回路を遮断する遮断手段とを備え、前記遮断手段を、前記短絡状態を検出した時には、前記放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続するよう構成する。

【 0 0 1 8 】

請求項 5 に記載の放電制御方法は、ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記ワークと電極間に印加される電圧を検出するとともに、前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、それらの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出した時には、放電回路を強制的に遮断し、その時点から所定の時間経過後に、前記放電回路を接続する方法とする。

【 0 0 1 9 】

これらの構成および方法によると、充放電の際の供給電圧および放電電流をモニタして短絡状態を検出したときに、放電電流を瞬時に遮断することにより、短絡と同時に放電回路を遮断して、短絡状態を即時に回避し、この期間の純水加工での電解作用を防止するとともに、その所定時間経過後に正常な充放電を再開する。

【 0 0 2 0 】

請求項 2 に記載の放電制御装置は、放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと

電極間の短絡状態を検出し、放電回路を遮断する遮断手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の距離を制御するコントロール手段とを備え、前記遮断手段を、前記短絡状態を検出した時には、前記放電回路を強制的に遮断するよう構成するとともに、前記コントロール手段を、前記遮断手段による前記放電回路の遮断と同時に、前記ワークと電極間に機械的な絶縁距離を得るように、前記電極の往復動作を制御するよう構成する。

【 0 0 2 1 】

請求項 6 に記載の放電制御方法は、ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて、前記ワークと電極間の短絡状態を検出した時には、放電回路を強制的に遮断し、前記放電回路の遮断と同時に、前記電流検出情報に基づいて、前記ワークと電極間に機械的な絶縁距離を得るように、前記電極の往復動作を制御する方法とする。

【 0 0 2 2 】

これらの構成および方法によると、充放電の際の放電電流をモニタして短絡電流を検出したときに、その電流を瞬時に遮断するとともに、電極とワークとの間に機械的に十分な絶縁距離を確保することにより、短絡と同時に放電回路を遮断し、短絡状態を即時に且つより確実に回避して、電極とワークとの間での電圧の印加状態をなくし、この期間の純水加工での電解作用を防止する。

【 0 0 2 3 】

請求項 3 に記載の放電制御装置は、放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、放電回路を遮断する遮断手段とを備え、前記遮断手段を、前記放電回路に対して、前記電流検出手段から求めた放電期間より長い接続期間と、その接続期間後の強制的な遮断

期間とを、所定期間毎に繰り返すよう構成する。

【 0 0 2 4 】

請求項 7 に記載の放電制御方法は、ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて放電期間を求め、放電回路に対して、前記放電期間より長い接続期間と、その接続期間後に強制的な遮断期間とを、所定期間毎に繰り返す方法とする。

【 0 0 2 5 】

これらの構成および方法によると、充放電の際の放電電流を基に放電状態をモニタし、放電回路に対して、放電期間より長い接続期間と、その接続期間後の強制的な遮断期間とを、所定期間毎に繰り返す、純水加工での電解作用が発生する前に放電回路を遮断するとともに、放電時の放電電流をパルス波形とすることにより、放電期間においても純水加工での電解作用を防止する。

【 0 0 2 6 】

請求項 4 に記載の放電制御装置は、放電加工対象のワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御装置であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、放電回路の放電周期を切り換える放電周期切り換え手段とを備え、前記放電周期切り換え手段を、前記電流検出手段からの検出情報に基づいて、前記放電周期および前記ワークと電極間の短絡期間が、それぞれ所定値になった時に、前記放電周期を切り換えて長くするよう構成する。

【 0 0 2 7 】

請求項 8 に記載の放電制御方法は、ワークを放電加工するに際し、前記ワークとそのワークに対向配置された電極との間に放電エネルギーを供給するとともに、前記放電エネルギーによる前記ワークと電極間の放電を制御する放電制御方法

であって、前記放電エネルギーの供給による前記放電時に前記ワークと電極間に流れる電流を検出し、その電流検出情報に基づいて、放電回路の放電周期および前記ワークと電極間の短絡期間が、それぞれ所定値になった時に、前記放電周期を切り換えて長くする方法とする。

【 0 0 2 8 】

これらの構成および方法によると、充放電の際の放電電流を基に放電状態をモニタすることにより、放電と短絡状態を監視しながら、放電周期および短絡状態の期間のそれぞれが所定値になった時に、放電周期を切り換えて長くすることにより短絡状態の発生を無くす。

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の一実施の形態を示す放電制御装置および放電制御方法について、図面を参照しながら具体的に説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は本実施の形態 1 の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図である。図 1 において、1 は放電を発生するための電極、2 は電極 1 を取り付けしたテーブル、3 はテーブル 2 を支え Z 方向に摺動可能なりニアガイド、4 は軸回転によりテーブル 2 の Z 方向の摺動を発生するボールネジ、5 はボールネジ 4 を軸回転させるモータ、6 は直流電源、7、8 は充電時定数を定める抵抗、9 は放電エネルギーを蓄積するコンデンサ、10 は充電電圧と放電電流をモニタして短絡状態を判断する短絡状態判断手段、11 は短絡状態判断手段 10 からの短絡状態を示す信号に従って、テーブル 2 が電極 1 と共に Z 軸方向に移動するように指令を出すコントロール部、12 はコントロール部 11 からの指令によりモータ 5 を駆動するモータドライバ、13 は短絡状態判断手段 10 からの短絡状態を示す信号に基づく信号を出力するゲート駆動回路、14 はゲート駆動回路 13 からの信号により F E T 等の回路を遮断する遮断部、15 は放電加工の目標であるワークである。

【 0 0 3 0 】

以上のように構成された放電制御装置を用いた超微細放電加工機について、その動作を以下に説明する。

まず、放電加工における基本的な動作を説明する。

【0031】

この超微細放電加工機は、図1に示すように、放電を発生するための電極1と、電極1を取り付けたテーブル2と、テーブル2を支えZ軸方向に摺動可能なりニアガイド3と、軸回転によりテーブル2のZ軸方向の摺動を発生するボールネジ4と、ボールネジ4を軸回転させるモータ5などで構成された電極Z軸動作機構に対して、コントロール部11よりモータドライバ12を通じて指令を送り、この指令に従って、電極Z軸動作機構により、電極1と共にテーブル2を、ワーク15が含まれる加工平面（X、Y軸）に対してZ軸方向に移動動作させ、電極1とワーク15との間の放電により、加工平面上にセットされたワーク15に対して例えば穴加工を行なうように構成されている。

【0032】

上記のようなワーク15に対する穴加工のための放電を制御する放電制御装置は、直流電源6から、抵抗7、8を通じて、その抵抗7、8およびコンデンサ9の各値により決まる充電時定数に従って、コンデンサ9に電圧を充電することにより電極1に対する放電エネルギーを蓄積し、このコンデンサ9への充電電圧を電極1に供給し、電極1とワーク15間で放電させて放電電流を流す。

【0033】

次に、例えば操作者のキー操作等による加工開始の指令に従って、コントロール部11からモータドライバ12に電極1を下降する指令が出され、電極1とワーク15との間隙が放電可能な距離になると、電極1によりワーク15上をスキヤニングしながら、ワーク15に対する放電による加工がスタートする。

【0034】

以上のような基本動作において、放電による加工がスタートした後に、理想的な状態であれば設定した電極の送りスピードで加工が進むことになるが、加工屑の状況などによって、電極1とワーク15との間で短絡現象が発生し、特にアークが発生すれば、電流が流れたままになり加工が進まないことになる。

【0035】

そこで本実施の形態では、充電電圧と放電電流のモニタ出力M2を基に、短絡

状態判断手段 1 0 により、例えば、電極 1 とワーク 1 5 間が短絡状態になったことを判断した場合には、その短絡状態を示す信号を出力し、この短絡状態を示す信号に従って、ゲート駆動回路 1 3 を通じて、遮断部 1 4 により F E T 等からなるスイッチ回路を遮断する。

【 0 0 3 6 】

すなわち、図 2 に示すように、モニタ出力 M 2 として放電電流を検出し、この放電電流 M 2 から、短絡状態判断手段 1 0 により、高次のローパスフィルタを用い、フィルタ出力信号 F S 1 として、放電電流 M 2 から正常放電成分 S D 1 を除去して短絡成分 T D 1 のみを検出し、充電部の電圧で定まる閾値 S L 1 で判定して、短絡成分 T D 1 に従って、短絡によるアーク状態の発生に対応する短絡検出信号 T K 1 を得る。

【 0 0 3 7 】

この短絡検出信号 T K 1 を基にゲート駆動回路 1 3 から得られたゲート遮断信号 G S 1 に従って、遮断部 1 4 を通じて、放電回路を遮断することによって、アーク状態が即時に回避される。

【 0 0 3 8 】

その後、所定の時間が経過した後に、遮断部 1 4 による放電回路の遮断を解除し、再度、放電回路を接続して、コンデンサ 9 と抵抗 7、8 の充放電発振現象で放電加工を再開する。

【 0 0 3 9 】

このようにしてアーク状態の発生に対応して放電回路を遮断する際には、従来例のように、ソフトウェアでの判断処理をするのではなく、ハード回路で遮断することによって、瞬時にアークを遮断することができる。

(実施の形態 2)

通常は回路遮断だけでアーク状態は回避できるが、図 3 に示すように、放電電流 M 2、短絡検出信号 T K 2、ゲート遮断信号 G S 2、モータ上昇指令 J O 2 およびモータ下降指令 K A 2 の各波形に従って、電極 1 とワーク 1 5 との間に機械的に十分な絶縁距離を確保して空間ギャップをつくることにより、アーク状態を即時にかつ確実に回避することができる。

【0040】

まず、短絡状態判断手段10により、放電電流M2の短絡成分TD2を基に短絡によるアーク状態を検出すると、瞬時にゲート駆動回路13に対して短絡検出信号TK2を送り、短絡検出信号TK2に基づくゲート駆動回路13からのゲート遮断信号GS2により遮断部14を通じて、放電回路を遮断しアーク状態を断ち切る。

【0041】

これと同時に、コントロール部11およびモータドライバ12を通じて、モータ5へ高速で上昇指令JO2と下降指令KA2を出すことにより、電極1とワーク15との間に機械的に十分な絶縁距離を確保して空間ギャップをつくる。

【0042】

これにより、電極1とワーク15との短絡と同時に放電回路を瞬時に遮断し、アーク状態を即時にかつ確実に回避することができる。

このとき、上昇指令JO2による上昇量と下降指令KA2による下降量を異なって設定すると、短絡が発生した位置と異なる位置に復帰することになり、再度電圧を印加した時短絡が発生する可能性がより減少する。

(実施の形態3)

図4にコンデンサ9の両端の放電電圧V3と放電電流M3とのタイミング図を示す。

【0043】

本実施の形態では、図4に示すように、放電電圧V3を、放電抵抗7、8とコンデンサ9とで定まる放電電流M3のパルス周期と同等かそれ以上の期間、つまり、充電抵抗は1KΩ、コンデンサは10pF程度であり、パルス電流の幅は約10ns程度になり、これ以上の期間に渡って放電電圧V3を印加し、その後、放電電圧V3を所定の時間遮断するというタイミングを強制的に繰り返すことにより、放電加工を行なうワーク15への電圧印加を定期的に遮断することができる。

【0044】

これにより、従来例の連続電圧印加に比べ、電圧印加の期間を調節することが

でき、純水での加工を行なう場合での電解作用が生じる前に、電圧が遮断され、異常加工を防止することができる。

【 0 0 4 5 】

また、短絡が生じた場合には、実施の形態 1、2 と同様な動作により、放電回路を遮断することにより、短絡によるアーク状態を解消することができる。

(実施の形態 4)

図 5 は本実施の形態 4 の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 4 6 】

例えば、純水雰囲気中にて、ステンレス板に $\phi 15 \mu\text{m}$ のタングステン電極軸で $50 \mu\text{m}$ の深さの加工を行なう場合、充放電抵抗 7 を $1 \text{ K}\Omega$ とし、コンデンサ 9 を 10 pF とし、直流電源 6 を 70 V として放電加工すると、約 $30 \mu\text{m}$ までの深さは短絡の発生もなく加工は良好に進むが、この深さから次第に短絡状態が増加し、加工が進まないことになる。

【 0 0 4 7 】

これは、加工深さが深くなるに従って物理的な放電環境が変化し、図 6 に示すように、次第に充放電周期が短くなり、この場合には短絡現象 TD 4 を発生し易くなるためと考えられる。

【 0 0 4 8 】

そこで、本実施の形態では、充放電抵抗 7 を、例えば $1 \text{ K}\Omega$ (図 6 の抵抗 (1)) から $5 \text{ K}\Omega$ (図 6 の抵抗 (2)) へ切換えることができる抵抗選択手段 16 を設け、短絡状態判断手段 10 により、放電加工時のモニタ出力である放電電流 M4 に基づいて、ワーク 15 と電極 1 間の放電周期と短絡状態 TD 4 の期間を監視しながら、それら放電周期と短絡期間のそれぞれが、予め工程的に決定した所定値になった時に、コントロール部 11 を通じて、抵抗選択手段 16 により充放電抵抗 7 を $1 \text{ K}\Omega$ の抵抗 (1) から $5 \text{ K}\Omega$ の抵抗 (2) へ切り換える。

【 0 0 4 9 】

この切り換えにより、図 6 に示すように、充放電抵抗が $1 \text{ K}\Omega$ の場合より充放電周期が長くなり、短絡が発生しなくなると、結果的に放電加工の全工程をより

速く遂行完了することができる。

【0050】

なお抵抗やコンデンサの値は、絶縁媒体や加工対象であるワークなどの材質等によって異なるものであり、上記の抵抗については1 K Ω および5 K Ω に限るものではなく、またコンデンサについても10 p Fに限るものではない。

【0051】

なお、本発明では、前述の4つの実施の形態を複合して用いることも可能であり、この場合には、短絡現象と電解作用に対する各防止効果による相乗効果を得ることができる。

【0052】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、充放電の際の供給電圧および放電電流をモニタして短絡状態を検出したときに、放電電流を瞬時に遮断することにより、短絡と同時に放電回路を遮断して、短絡状態を即時に回避し、この期間の純水加工での電解作用を防止するとともに、その所定時間経過後に正常な充放電を再開することができる。

【0053】

また、充放電の際の放電電流をモニタして短絡電流を検出したときに、その電流を瞬時に遮断するとともに、電極とワークとの間に機械的に十分な絶縁距離を確保することにより、短絡と同時に放電回路を遮断し、短絡状態を即時に且つより確実に回避して、電極とワークとの間での電圧の印加状態をなくし、この期間の純水加工での電解作用を防止することができる。

【0054】

また、充放電の際の放電電流を基に放電状態をモニタし、放電回路に対して、放電期間より長い接続期間と、その接続期間後の強制的な遮断期間とを、所定期間毎に繰り返し、純水加工での電解作用が発生する前に放電回路を遮断するとともに、放電時の放電電流をパルス波形とすることにより、放電期間においても純水加工での電解作用を防止することができる。

【0055】

また、充放電の際の放電電流を基に放電状態をモニタすることにより、放電と短絡状態を監視しながら、放電周期および短絡状態の期間のそれぞれが所定値になった時に、放電周期を切り換えて長くすることにより短絡状態の発生を無くすることができる。

【 0 0 5 6 】

以上のため、短絡状態になった場合でも瞬時に短絡状態を解消することによって加工スピードを向上し、全体の加工時間を大幅に短縮することができるとともに、純水を用いて放電加工する場合に放電電圧印加による電解作用に起因しておこる異常加工等を解消することによって、ワークの加工品位を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図

【図 2】

同実施の形態 1 における放電制御方法による動作を示すタイミングチャート

【図 3】

本発明の実施の形態 2 の放電制御方法における動作を示すタイミングチャート

【図 4】

本発明の実施の形態 3 の放電制御方法における動作を示すタイミングチャート

【図 5】

本発明の実施の形態 4 の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図

【図 6】

同実施の形態 4 における放電制御方法による動作を示すタイミングチャート

【図 7】

従来の放電制御装置を用いた超微細放電加工機の構成例を示すブロック図

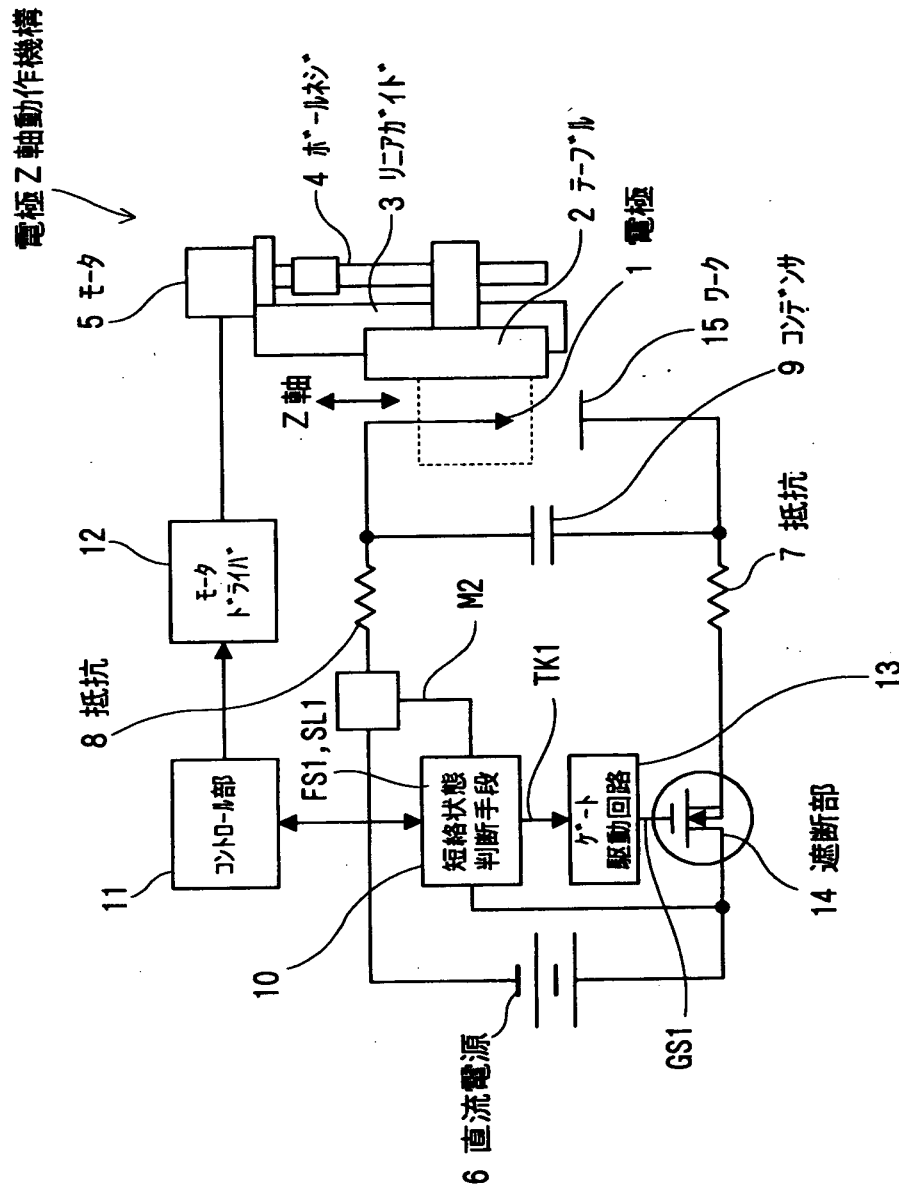
【符号の説明】

1 電極

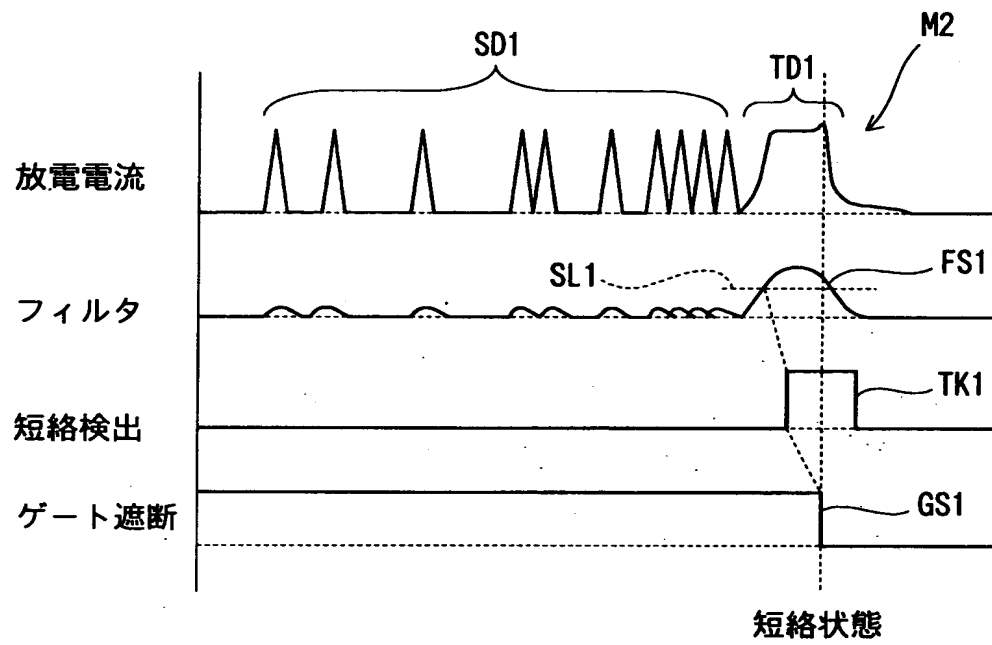
- 2 テーブル
- 3 リニアガイド
- 4 ボールネジ
- 5 モータ
- 6 直流電源
- 7、8 抵抗
- 9 コンデンサ
- 1 0 短絡状態判断手段
- 1 1 コントロール部
- 1 2 モータドライバ
- 1 3 ゲート駆動回路
- 1 4 遮断部
- 1 5 ワーク
- 1 6 抵抗選択手段

【書類名】 図面

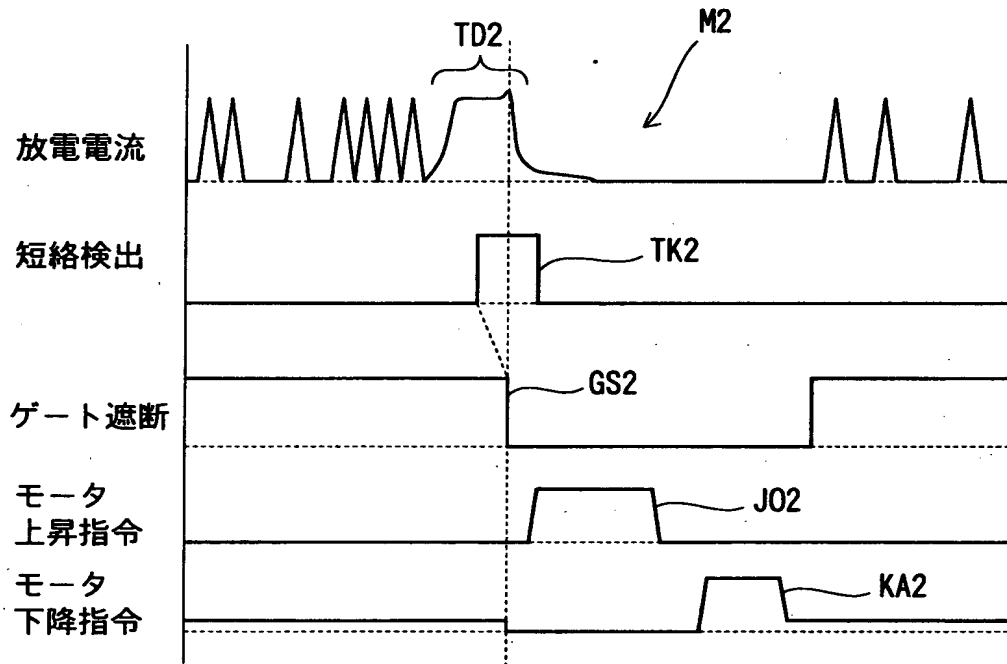
【図 1】



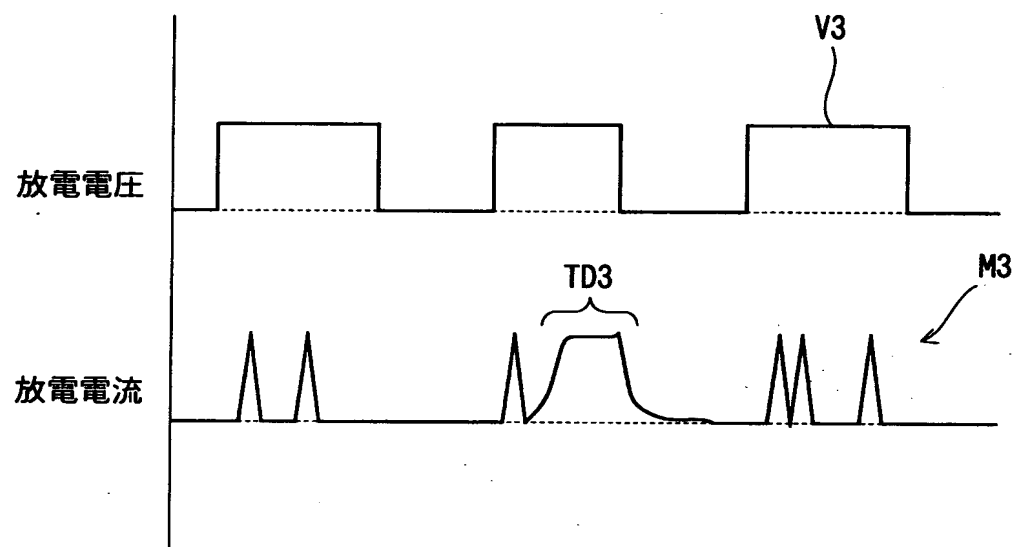
【図 2】



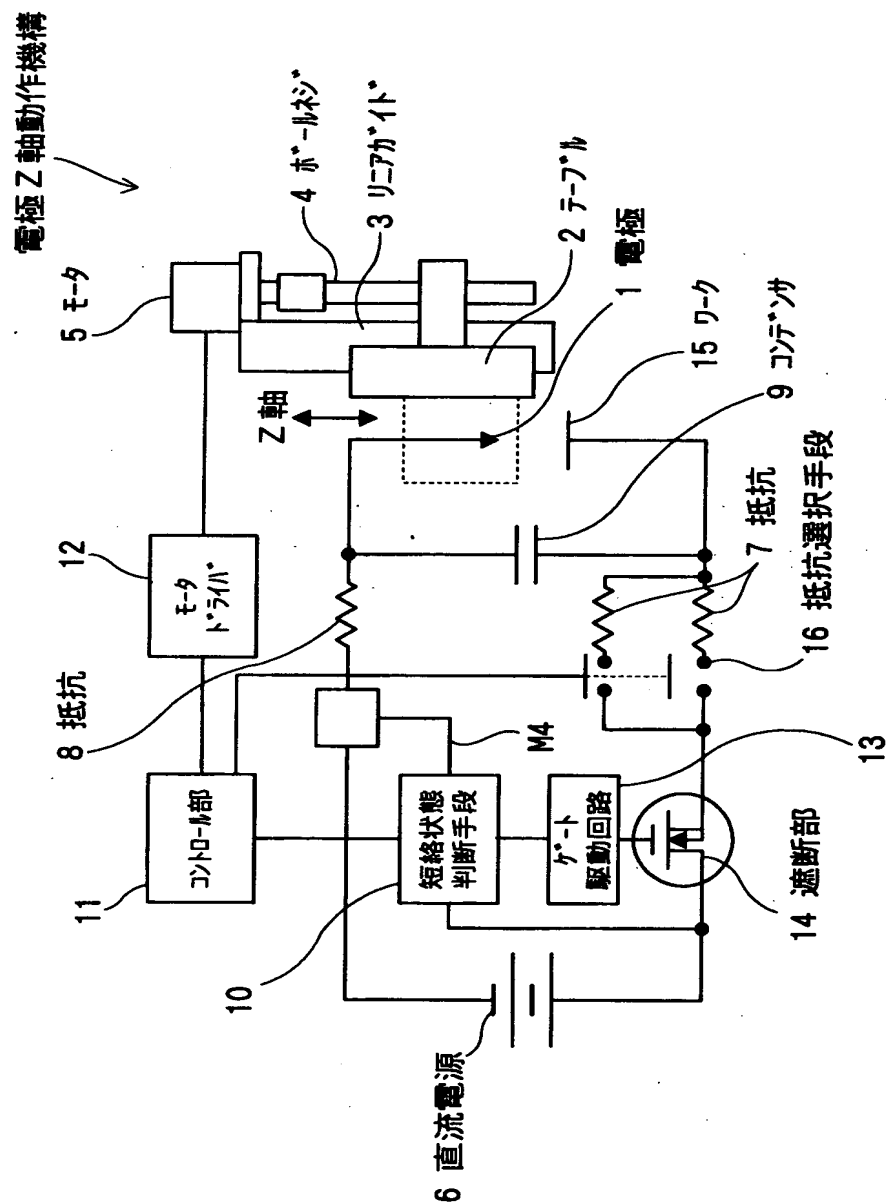
【図 3】



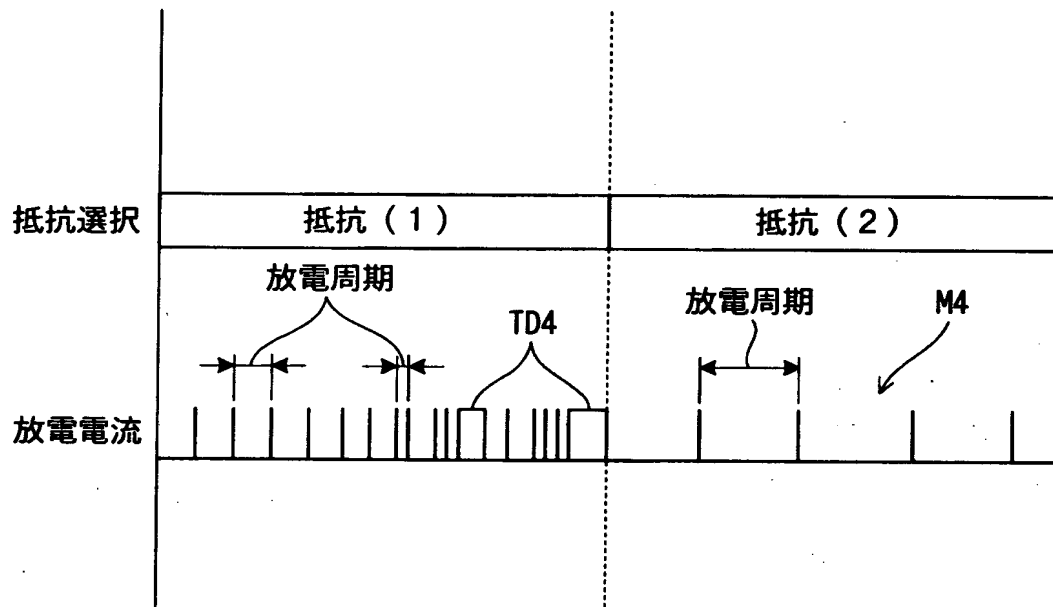
【図4】



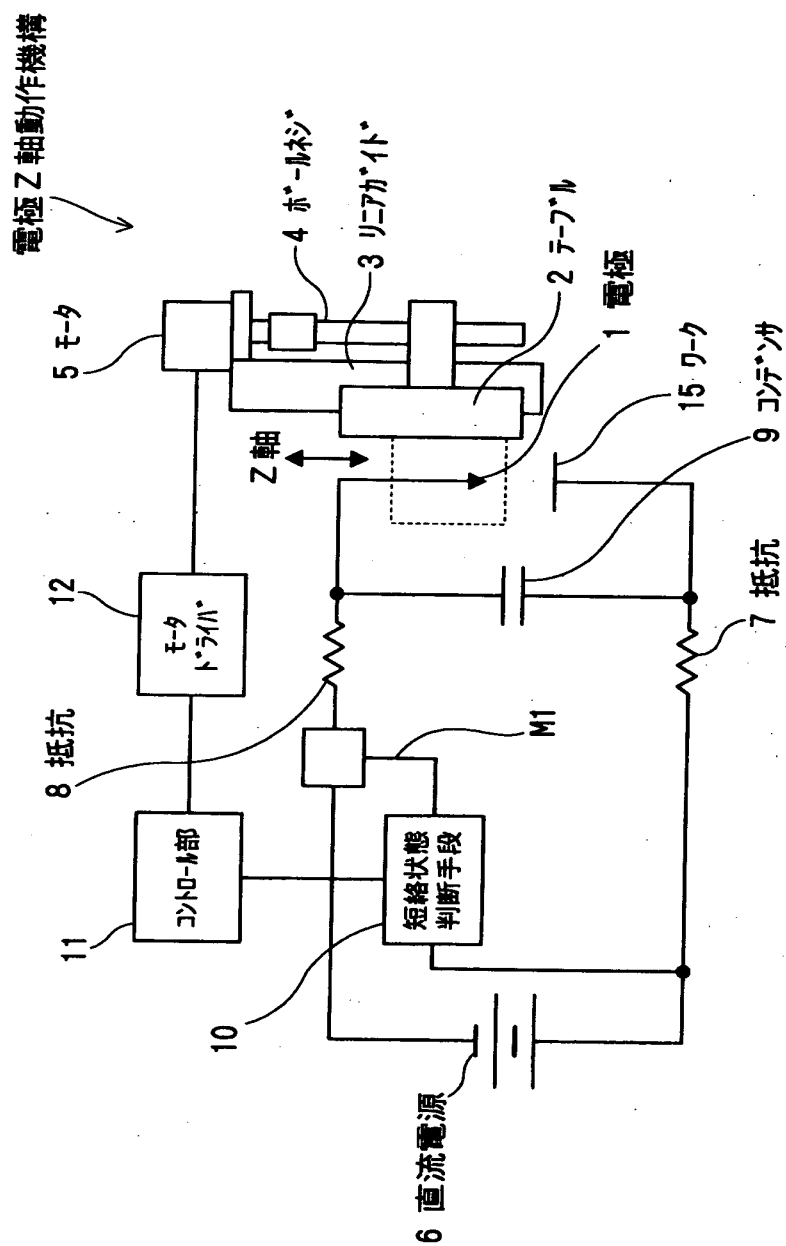
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工スピードを向上し、全体の加工時間を大幅に短縮することができるとともに、異常加工等を解消することによって、ワークの加工品位を向上することができる放電制御装置および放電制御方法を提供する。

【解決手段】 直流電源6による供給電圧および放電電流をモニタすることにより短絡状態を判断する短絡状態判断手段10と、短絡時にゲート駆動回路13により放電電流を瞬時に遮断する遮断部14と、モータ5により電極1のワーク15に対するZ軸の上下動作をコントロールするモータドライバ12と、全体のタイミングと指令を行なうコントロール部11とで構成することによって、短絡状態を検出すると同時に放電回路を遮断することにより、その短絡状態を瞬時に回避する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社